

CONTENIDOS NECESARIOS DE GEOMETRÍA PARA EL DISEÑO ASISTIDO EN 3D

FONT ANDREU, Jordi; HERNÁNDEZ ABAD, Francisco; HERNÁNDEZ ABAD, Vicente;
OCHOA VIVES, Manuel

Universidad Politécnica de Cataluña
Escuela Técnica Superior de Ingenierías Industrial y Aeronáutica de Terrassa
Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería
e-mail: mochoa@ege.upc.edu

RESUMEN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), la reducción de horas lectivas en los planes de estudios, la formación de los estudiantes que ingresan en las carreras técnicas y la demanda externa en el conocimiento del diseño asistido, han aumentado el creciente interés por determinar los contenidos de geometría necesarios para el desarrollo de las facultades y destrezas del estudiante de ingenierías.

La incorporación del modelado geométrico mediante CAD 3D en las prácticas de las asignaturas del área de expresión gráfica, requiere una sólida formación en geometría métrica y descriptiva.

En la presente comunicación se analiza la herramienta de diseño asistido utilizado en la construcción de modelos tridimensionales. Se describen los métodos y procedimientos necesarios para la resolución de enunciados de ejercicios prácticos de modelado y se indica qué conceptos de geometría en el plano y el espacio son necesarios para su eficiente y correcta aplicación.

Asimismo, se realiza un estudio de los métodos utilizados en la representación mediante doble proyección y en la construcción de modelos geométricos tridimensionales mediante CAD 3D. Por último se relacionan los métodos empleados de la representación bidimensional que han sido sustituidos en el diseño por ordenador 3D.

Palabras clave: Geometría descriptiva, sistema diédrico, modelado geométrico en CAD 3D.

ABSTRACT

The establishment of the European Higher Education Area (EHEA), the reduction of class hours in syllabuses, the level of training of students starting technical degrees and the high demand for persons with a knowledge of computer-assisted design make it increasingly important to determine how much geometry engineering students must be taught to bring their faculties and skills up to the required level.

The incorporation of CAD 3D geometric modelling in the practicals for graphic expression subjects means that students must have already acquired a good grounding in metrics and descriptive geometry. The present communication analyses the computer-assisted design tool used to construct three-dimensional models. It describes the methods and procedures for solving practical modelling problems and indicates the concepts of plane and space geometry that students must be familiar with in order to apply these methods and procedures effectively.

It studies the methods used in two-dimensional representation and in the construction of three-dimensional geometric models using 3D CAD. Finally, it lists the methods used in two-dimensional representation that have been replaced in 3D computer-assisted design.

Key words: Descriptive geometry, dihedral system, geometric modelling in 3D CAD.

1. Introducción

Entre los objetivos de las asignaturas de Expresión Gráfica en la Ingeniería, podemos destacar los siguientes: Facilitar el desarrollo de las facultades, adquirir habilidades, dar a conocer el lenguaje gráfico para poder interpretar y comunicarse, preparar al estudiante para el ejercicio de la profesión. Encontramos aspectos que se corresponden con el desarrollo de la persona, aspectos relacionados con el uso de sistemas, métodos y herramientas, y aspectos vinculados a la comunicación y el trabajo en equipo.

Así mismo, vemos como la demanda interna de la Universidad, y la demanda externa del resto de la sociedad, confluyen en el empleo de tecnologías de la información y la comunicación. Es evidente, que el uso de herramientas informáticas, se ha consolidado en el conjunto de la sociedad, y en la Universidad en particular.

También se ha generalizado en la actividad de las ingenierías la implantación del diseño asistido por ordenador, y se está extendiendo el empleo del CAD 3D y la transferencia de datos en formato digital; muestra de ello son las aplicaciones Product Lifecycle Management (PLM) que abarcan, la gestión del ciclo de vida del producto, y aspectos como la creación, la colaboración, la gestión, la difusión y el uso. El objetivo es la integración de personas, procesos, sistemas e información.

Para cumplir con objetivos adecuados a las necesidades existentes, la Universidad ha ido actualizando metodologías, contenidos y herramientas, en consonancia al progreso del conjunto de la sociedad.

2. Contenidos y su aplicación en CAD 3D

Uno de los objetivos del estudio de los conceptos teóricos de la geometría y su aplicación práctica, es ejercitarse en escenarios en los que se requiere razonar, visualizar, asociar, experimentar y desarrollar ideas, que combinadas con habilidades y destrezas, permiten solucionar, de modo eficiente, situaciones reales de la actividad profesional en las ingenierías. Para ello, en las actividades prácticas, el estudiante, ha de ensayar mediante diversos modelos de problemas con los que se encontrará en el ejercicio de su profesión.

En el proceso de diseño, no se dispone de todos los datos en tres dimensiones, los hay que se tienen que deducir en el plano, lo que significa que se requiere el uso de dos proyecciones para hallar los datos de ciertos elementos y poder empezar a trabajar en 3D.

Entendemos que la combinación de técnicas híbridas de dibujo 2D y diseño 3D, desarrollan y facilitan, en el estudiante de geometría, tanto la agilidad del razonamiento ante las herramientas de representación bidimensional, como en el empleo de herramientas de modelado geométrico 3D.

El módulo de *plano*, complementario de los módulos de pieza y conjunto, se trata en la ponencia: *Aplicación práctica de métodos 2D para el modelado geométrico 3D*, donde se recoge, a través de ejercicios resueltos, la conveniencia práctica de combinar los métodos del sistema diédrico con los métodos de los sistemas de CAD 3D en la docencia de la geometría.

3. Características a tener en cuenta de la herramienta de diseño 3D

- Para realizar la presente comunicación, se han contrastado los programas NX de UGS, Catia de IBM, Inventor de Autodesk y Solid Edge de UGS, y se ha constatado que, aunque difieren en terminología, todos ellos realizan las operaciones que se detallan a continuación, con diferencias en cuanto al orden o número de operaciones.

- Puesto que, la imagen que vemos en la pantalla, es una proyección cilíndrica ortogonal, o una proyección cónica, podemos visualizar una representación isométrica, dimétrica, trimétrica, cónica, o bien, una vista normalizada del modelo geométrico que estemos generando.
- En CAD 3D se obtiene una sola representación en el espacio del punto o la recta, cuando generamos un plano lo hacemos definiendo sus parámetros o bien como resultado de la intersección de sólidos o superficies.
- Para el modelado en CAD 3D se requiere la elección de *planos* XY, XZ, YZ, paralelos a estos u oblicuos, los planos de referencia por defecto del sistema son tres: uno horizontal y dos verticales.
- En estos planos se dibuja, mediante la opción *boceto*, el *perfil* que, combinando las opciones *protusión*, *revolución* y *vaciado*, dará lugar a una superficie o un sólido.
- Para ciertos procesos de modelado se requiere *proyectar*, mediante la opción *proyecta curva*, para obtener el *contorno aparente* de la geometría del modelo respecto a un *plano auxiliar*.
- Hay que destacar el uso de trazas de rectas y la utilización de las rectas horizontales y frontales de plano en el proceso de generación del modelo geométrico.

4. Conceptos de utilidad en la práctica del diseño en 3D

Planos de proyección

Se utilizan planos XY, XZ, YZ: horizontales, verticales u oblicuos. Estos planos se emplean para dibujar el *perfil* o *boceto* que posteriormente se utilizará para generar la superficie o el sólido. En ocasiones se emplean planos del triedro que figuran por defecto como planos de referencia para representar la proyección horizontal, vertical y de perfil. Tenemos la necesidad de utilizar: un plano para representar la sección de la superficie o sólido a *protusionar* y proyecciones y trazas de rectas o planos.

Representación del punto

Hay una sola representación del punto, se sitúa en un plano XY, XZ, YZ o bien un plano oblicuo. Se requiere la opción *boceto* para dibujar el punto en uno de los 3 planos que presenta el sistema o bien crear un plano oblicuo. Es necesaria la representación de puntos para la generación de ciertas superficies o sólidos, así como para localizar puntos de intersección y trazas de rectas. Figura 1.

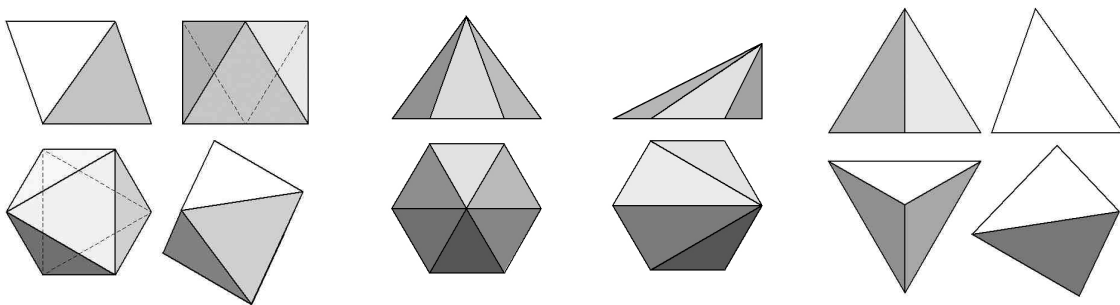


Figura 1. Sólidos construidos mediante *protusión por secciones* de una forma poligonal y un punto

Representación de la recta

Hay una sola representación de la recta, se sitúa en un plano XY, XZ, YZ o bien un plano oblicuo. Se requiere la opción *boceto* para dibujar la recta en uno de los tres planos que presenta el sistema o bien crear un plano oblicuo. Hay opción para obtener puntos notables. Para la construcción de cualquier superficie o sólido se requiere primero representar su sección en un plano. Figura 2.

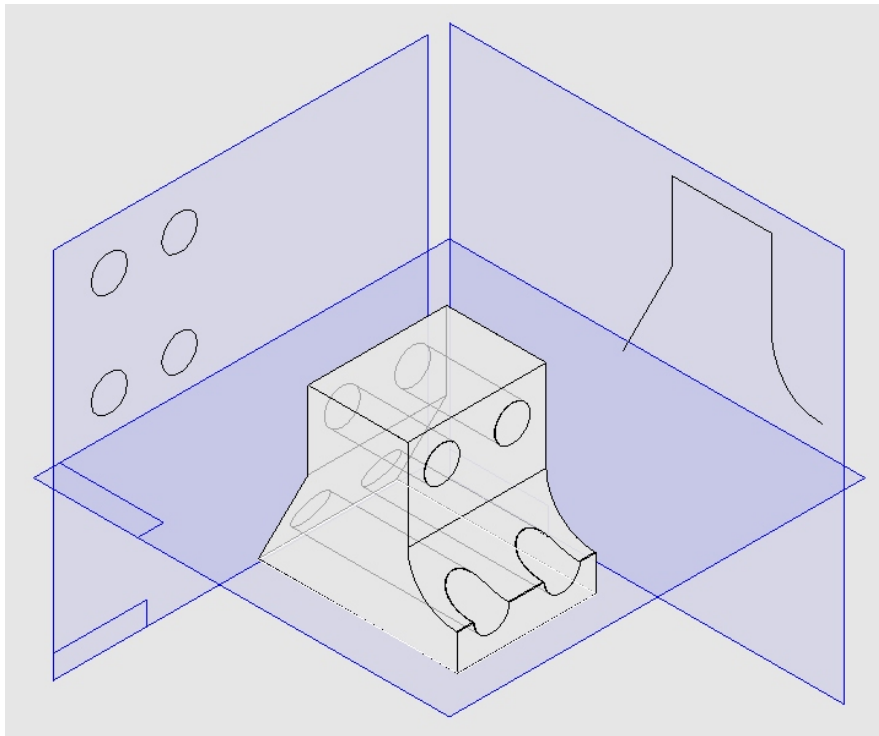


Figura 2

Proyecciones y trazas

Hay una sola representación de la recta, se sitúa en un plano XY, XZ, YZ o bien en un plano oblicuo. En determinados casos se requiere la proyección de la recta sobre un plano, para lo cual se utiliza la opción *incluir*. También se utiliza la traza de la recta con dicho plano, así como la opción *punto de intersección*. En la Figura. 3 se ha proyectado sobre los planos de referencia una recta dada por dos puntos, a continuación se ha obtenido las intersecciones y se ha generado el plano que contiene el eje del cilindro.

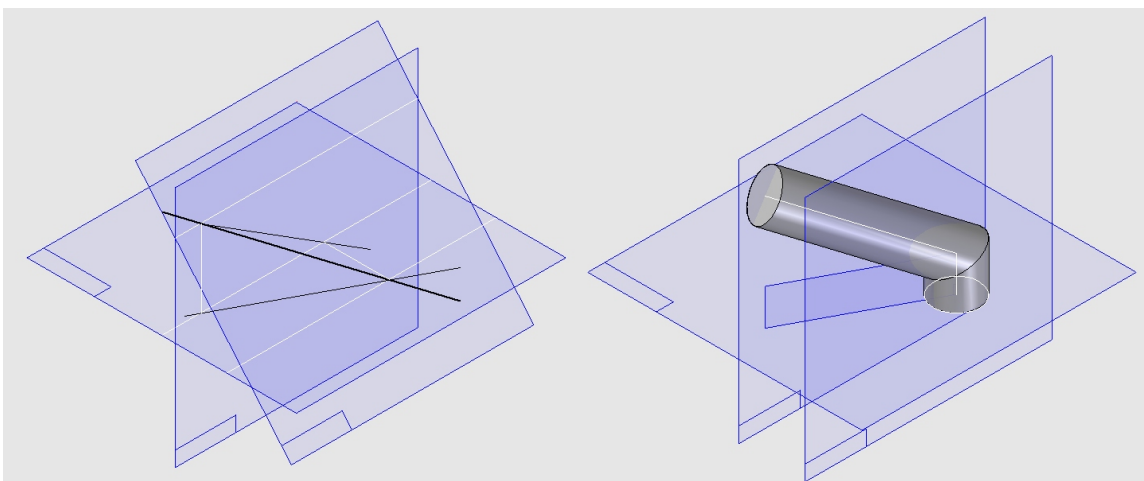


Figura 3. Ejemplo de enunciado que requiere la obtención de proyecciones

Posiciones de las rectas respecto a planos de referencia

Las rectas pueden estar situadas en planos: Horizontales, verticales u oblicuos. Para el modelado de superficies o sólidos se procura situar el modelo y las aristas o planos que contienen las rectas, de modo favorable para aprovechar las posibilidades de visualización y poder aplicar simetrías de

operaciones. Las posibilidades de rotación y posicionamientos de los planos de referencia de modo frontal facilitan las operaciones entre rectas y planos.

Representación del plano

Se pueden generar planos: Paralelos, oblicuos, perpendiculares o mediante tres puntos. El plano queda representado por un rectángulo diferenciado del resto de elementos, sobre el que se sitúan bocetos que servirán para generar las superficies y los sólidos. Cuando el enunciado se da por dos proyecciones o por trazas, es necesario recurrir a técnicas 2D para poder restituir los planos sobre los que se dibujarán los *bocetos*. Figura 4.

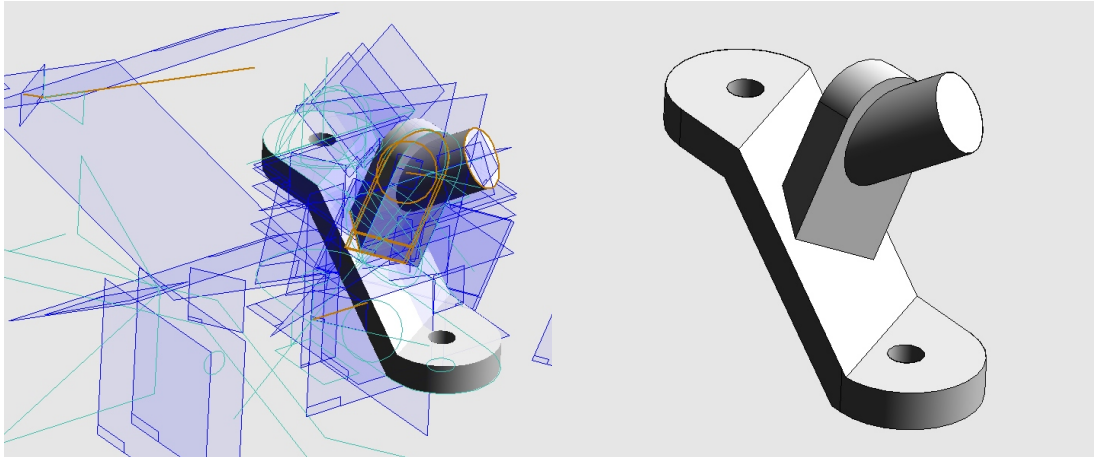


Figura 4. La diversidad de planos de este ejemplo ilustra las posibilidades de aplicación

Intersecciones

Las intersecciones entre superficies o sólidos se representan automáticamente. Para determinar la intersección entre superficies o sólidos en cualquier posición, basta con utilizar las opciones de: *intersección*, *selección curva*, *plano*, *eje* o *cuerpo*, la representación es automática. Figura 5.

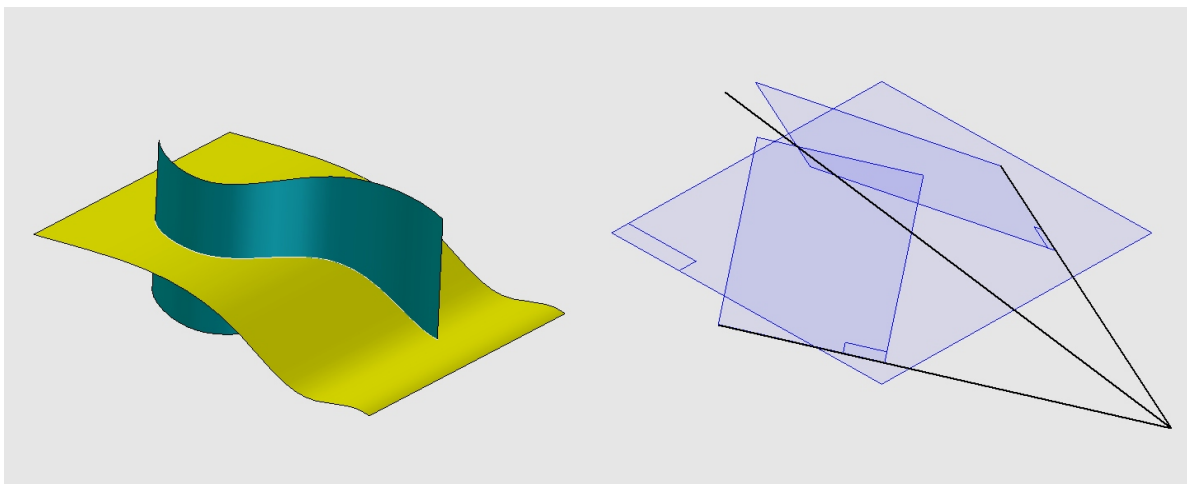


Figura 5

Paralelismo entre rectas

Se puede dibujar rectas paralelas con ayuda del asistente de relaciones. Si las rectas han de estar en el mismo plano, se edita el plano y se dibuja la recta paralela. Si la recta ha de estar en otro plano, se dibuja la recta solicitada en un plano proyectante o uno paralelo al que contiene la recta dada. Fig. 6.

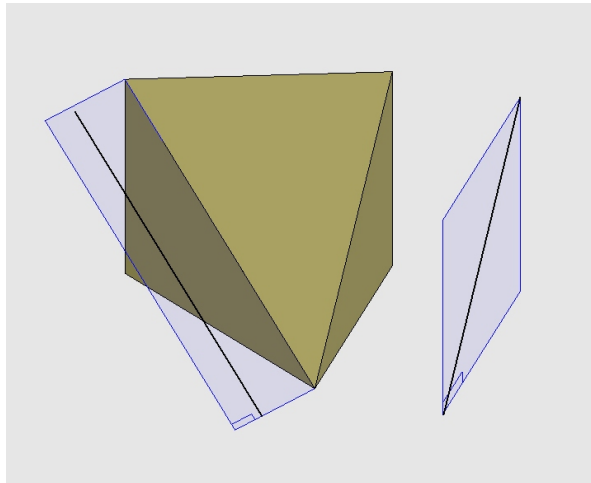


Figura 6

Paralelismo entre rectas y planos

Para generar un plano paralelo a una recta, basta con crear un plano paralelo o proyectante al plano que contiene a la recta dada.

Perpendicularidad entre rectas

Desde la opción *boceto* se puede dibujar una recta perpendicular a otra, independientemente del tipo de plano en el que éstas se encuentren.

Perpendicularidad entre rectas y planos

La opción plano permite generar un plano perpendicular a una recta y planos perpendiculares entre sí. Figura 7.

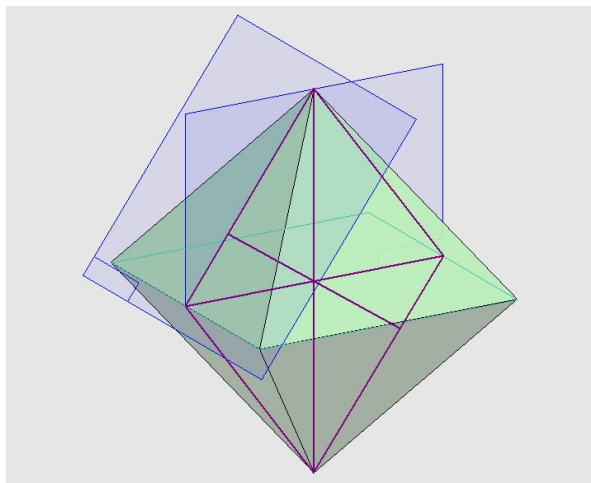


Figura 7

Distancia. Operaciones de medida y representación

El procedimiento de obtención de distancias consiste en seleccionar los elementos mediante la opción *verificar: distancia*, *distancia mínima*, *distancia perpendicular*, *medir área*, *propiedades de área*, *medir longitud total*.

Ángulos

Se puede medir el ángulo entre rectas, entre rectas y planos, y entre planos, sin modificar la posición de visualización, utilizando la opción *medir ángulo*. Algunos programas de CAD permiten generar un plano horizontal, vertical u oblicuo y posteriormente introducir restricciones de ángulos respecto a los de referencia. Figura 8.

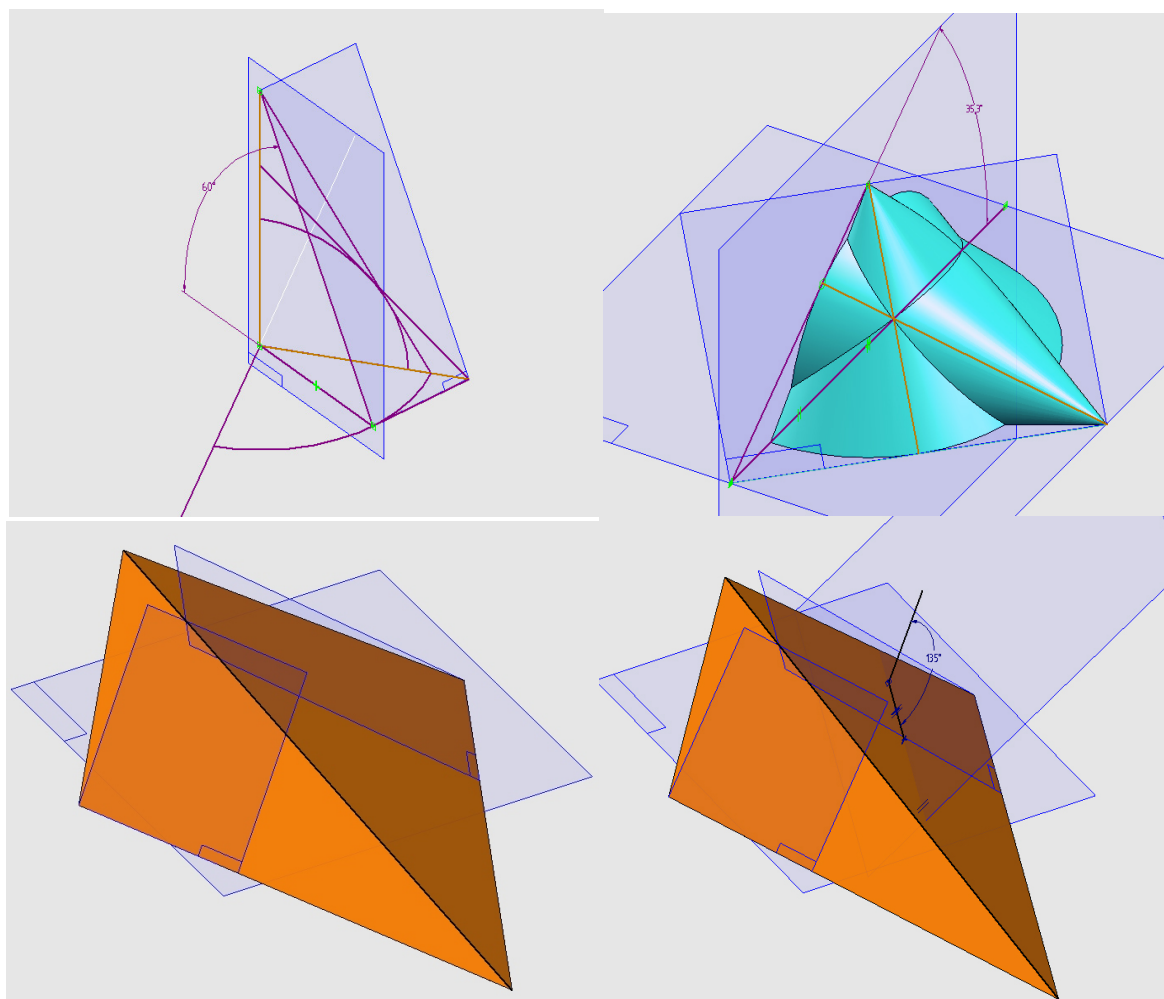


Figura 8

Métodos: Abatimiento. Cambios de plano. Giros

Los métodos empleados sobre papel para visualizar una forma o dimensión en verdadera magnitud y posición se han sustituido por las opciones de visualización mediante la selección de vistas normalizadas o la edición del boceto que contiene los elementos a tratar, se sitúa el plano que contiene el *boceto* en posición frontal mediante la opción *vistas* o se selecciona el *boceto*. Si se quiere obtener alguna dimensión, se recurre a la opción *medir*, sin necesidad de variar la posición de visualización. Figura 9.

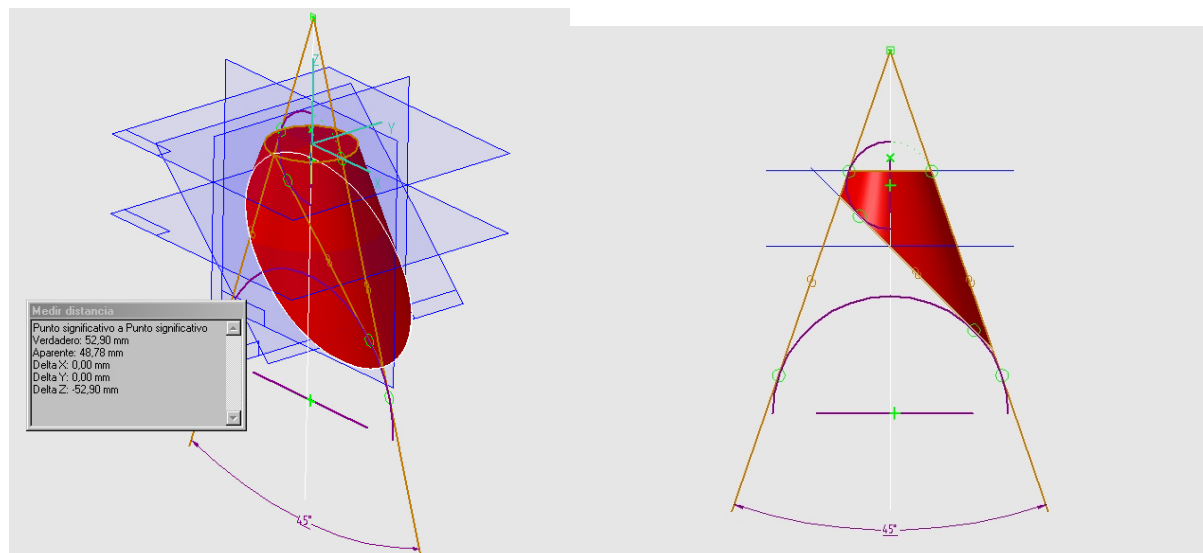


Figura 9

5. Conclusiones

Las propiedades de los entes geométricos: longitud y posición relativa, son esenciales, tanto en la representación mediante doble proyección, como para la generación de modelos geométricos tridimensionales. Es necesaria la utilización de conceptos de proyectividad para resolver enunciados y problemas de aplicación técnica. Se requieren conocimientos propios de la geometría métrica y de la geometría proyectiva para plasmar ideas, resolver problemas y encontrar soluciones en el ejercicio del diseño, la investigación y la innovación.

Los métodos empleados en el dibujo bidimensional, abatimiento, giros o cambios de plano guardan relación en diseño tridimensional, con las opciones: Ver, rotar y verificar, puesto que si se quiere dibujar en un plano, se selecciona la opción *boceto* y el sistema sitúa dicho plano de forma frontal.

El empleo de la opción *vista* permite disponer de *vistas guardadas*: *alzado*, *planta*, *perfil*, *isométrica*, *dimétrica*, *trimétrica* y *cónica*. La opción *rotar* nos facilita tres ejes perpendiculares a los planos de referencia del sistema, o bien cualquier recta, para hacer los giros en la visualización del modelo. Si se quiere medir, se selecciona la opción *verificar* que nos permite *medir distancia*, *distancia mínima*, *distancia perpendicular* o *medir ángulo*.

Para que los procedimientos de trazado empleados en el sistema diédrico se apliquen mediante CAD 3D, es necesario que en los enunciados de ejercicios prácticos se faciliten algunos datos por sus proyecciones; esto obliga a trabajar utilizando las trazas de rectas, rectas horizontales y frontales de plano, así como rectas de máxima pendiente y de máxima inclinación.

En el momento que se pueden obtener las coordenadas espaciales, la solución pasa por la creación de los planos que contienen las secciones esenciales del modelo geométrico, pero no siempre se dan estas circunstancias, de modo que se recurre a la aplicación de los conceptos mencionados cuando no se tienen todos los datos.

En el proceso de diseño se construye el modelo a partir de la funcionalidad que se quiere obtener y en este proceso de diseño se trabaja en croquis, con doble proyección y con sistemas tridimensionales informatizados, por lo tanto, es necesario estar formado en el razonamiento, la visualización, los conceptos geométricos en el plano y en el espacio, y por último, en la eficiente aplicación de los recursos propios de las herramientas 2D y 3D de las que disponemos en la actualidad y de las que podamos disponer en un futuro.

Referencias y bibliografía

- LEICEAGA BALTAR, J. A. La Expresión Gráfica y el Computador. Anales de Ingeniería Gráfica, Vol.1, Núm.1, Enero_abril 1992, pág. 46.
- CRESPO GANUZA, J. J; PASCUAL BUISAN, M. A. Aspectos fundamentales de los sistemas de representación para el CAD en 3 dimensiones. X Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. 3,4,5 junio 1998. Málaga.
- SENTANA GADEA, I; SENTANA CREMADES, E; SERRANO CARDONA, M; TOMÁS JOVER, R; PIGEM BOZA, R; GÓMEZ GABALDÓN, A; PÉREZ CARRIÓN, M. T; DÍAZ IVORRA, M.C; FERREIRO PRIETO, I; POVEDA, PÉREZ, J. L; MARTINEZ SENTANA A. Estudio para el diseño de contenidos de geometría para ingenieros. Nuevos planteamientos de la ingeniería gráfica.. Actas del XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.
- Mesa redonda sobre docencia: Gráficos por computador, presentadas por el profesor BASILIO RAMOS BARBERO. Sevilla. 2005. XVII ADM - INGEGRAF. Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Los documentos están disponibles en [http://: www.ingegraf.es](http://www.ingegraf.es)
- Mesa redonda sobre docencia: La geometría, presentada por el profesor MIGUEL ÁNGEL LEÓN CASAS. Sevilla. 2005. XVII ADM - INGEGRAF. Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Los documentos están disponibles en [http://: www.ingegraf.es](http://www.ingegraf.es)
- Grupo de trabajo: ALIAGA MARAVER, JOSÉ JUAN; ALONSO ARROYO, JOSÉ AMADEO; COBOS MOYANO, ALFONSO; CORBELLÁ BARRIOS, DAVID, FÉLEZ MINDÁN, JESÚS; GONZALEZ GARCIA, VICTORINO; VICARIO LOPEZ, José. Documento sobre la Ingeniería Gráfica y la incorporación de la Universidad Española al Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Los documentos están disponibles en [http://: www.ingegraf.es](http://www.ingegraf.es)
- En la WEB de INGEGRAF, <http://www.ingegraf.es> , se encuentra la información acerca de las reuniones de las comisiones sobre los contenidos de expresión gráfica así como mesas redondas, encuestas y resultados.
- SUAREZ QUIRÓS, J; RUBIO GARCÍA, R; GALLEGOS SANTOS, R; MARTÍN GONZÁLEZ, S. Reflexiones sobre la sistematización del conocimiento del área de expresión gráfica en la ingeniería mediante la discretización en objetos de aprendizaje. Sevilla. 2005 Actas del Congreso XVII. Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- OCHOA DE ERIBE VAZQUEZ, J. I. De Hohenberg a Bolonia: propuesta de una guía docente. Sevilla. 2005 Actas del Congreso XVII. Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- GONZÁLEZ GARCÍA, V; JIMÉNEZ ALONSO, F; PÉREZ ÁLVAREZ, J. Análisis del proceso de diseño en ingeniería y estudio de estrategias metodológicas para su enseñanza. Sevilla. 2005 Actas del Congreso XVII. Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- LÓPEZ SOTO, J; RAMÍREZ LÓPEZ-PARA, P; CARO RODRÍGUEZ, J. L. Aplicación del modelado paramétrico al diseño industrial. Zaragoza 2004. Actas del XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- VICARIO LÓPEZ, J; OCAÑA LÓPEZ, R; MERINO EGEA, M; RECIO DÍAZ, M. M; LORCA HERNANDO, P. J. Dibujo tridimensional: ¿Un nuevo enfoque de la geometría descriptiva? XVII. Sevilla. 2005 Actas del Congreso XVII. Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.